

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP HỢP LÝ CHO VIỆC SỬ DỤNG  
CỤ TRÀM ĐỂ XÂY DỰNG CÁC LOẠI CÔNG TRÌNH DẪN DUNG,  
CÔNG NGHIỆP, CẦU ĐƯỜNG, SÂN BAY, THỦY LỢI  
MỘT CÁCH THÍCH HỢP TRÊN ĐẤT YẾU

Research for a proper method of using "tram" piles for proper construction of  
civilian and industrial projects bridges and roads, airports, hydraulics on soft soils

GS. TS. Lê Bá Lương

NCS. Lê Bá Khánh, CH. Lê Bá Vinh, KS. Tô Văn Lý

### A. CÁC ĐẶC TRƯNG CƠ LÝ CỦA CỤ TRÀM

Ở tất cả các tỉnh đồng bằng sông Cửu Long đều có cừ tràm. Cũng như cọc tre ở miền Bắc, cừ tràm đã được dùng trong xây dựng hàng ngàn năm. Cừ tràm mọc và trồng trên 7 năm có các đặc trưng cơ lý như sau:

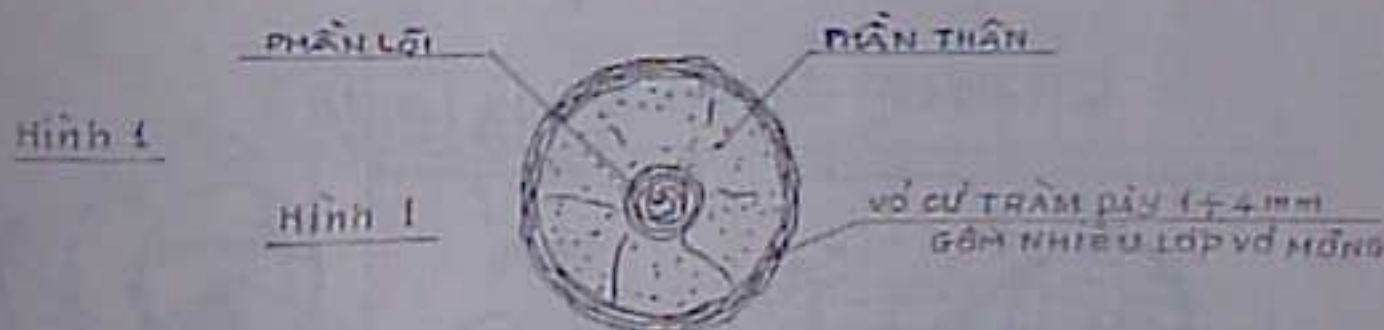
Ứng suất bình quân ( $\text{kG/cm}^2$ )	Vị trí mẫu thí nghiệm			Ghi chú
	Gốc	Thân	Ngon	
$\sigma_{th}$ nén	260	374	290	- ngâm cừ tràm trong nước 48 giờ trước khi làm thí nghiệm
$\sigma_{th}$ kéo	369	513	296	- thí nghiệm trên lõi cừ tràm
$\sigma_{th}$ uốn	57	81	79	

Các bộ phận trên mặt cắt ngang của cừ tràm (hình 1) có các đặc tính cơ lý cho tác dụng có kết và nén chặt của nền đất yếu như cọc bản nhua (Synthetic driven).

Vỏ cừ tràm dày từ 1 đến 4mm gồm nhiều lớp vỏ rất mỏng nên có tác dụng hút nước từ đất yếu và dẫn nước ra ngoài nhanh chóng

- Thân cừ tràm cũng nhẹ và xốp nên cũng có tác dụng hút và thoát nước ra ngoài tốt

- Lõi cừ tràm gồm nhiều sợi trắng nhỏ, chạy dọc nên có tính năng hút và vận chuyển nước ra ngoài tốt.



### B. BA TRƯỜNG HỢP SỬ DỤNG CỤ TRÀM ĐỂ GIA CỐ NỀN ĐẤT YẾU

1. Trường hợp đất nền yếu có hệ số thấm lớn ( $K \geq 10^{-4} \text{ cm/s}$ )

Đó là trường hợp cho các loại nền đất yếu thuộc loại bùn cát pha sét, bùn sét pha cát. Trong trường hợp này, cừ tràm đóng vào nền đất yếu có tác dụng như một tấm nền chặt làm nền chặt đất nền giữa các cừ tràm từ hệ số rỗng tự nhiên  $e_0$  tới hệ số rỗng yêu cầu  $e_{cc}$ .

Để đạt yêu cầu trên, số lượng cừ tràm cần có đường kính trung bình  $d$  cần đóng vào  $1m^2$  nền đất yếu được xác định theo công thức:

$$n = \frac{10000(u_{pc} - u_{pc})}{\pi d^2 (1 + \theta_d)} \quad (1)$$

Theo công thức này, có thể xác định số lượng cừ tràm cho các loại đất yếu như sau:

Đất yếu vừa (Độ sét  $I_L = 0,55 - 0,65$ ; khả năng chịu tải thiên nhiên  $R_0 = 0,7 - 0,9 \text{ kg/cm}^2$ ) :  $n = 16 \text{ cừ/m}^2$ .

Đất yếu (Độ sét  $I_L = 0,7 - 0,8$ ; khả năng chịu tải thiên nhiên  $R_0 = 0,5 - 0,7 \text{ kg/cm}^2$ ) :  $n = 25 \text{ cừ/m}^2$ .

Đất yếu nhiều (Độ sét  $I_L \geq 0,8$ ; khả năng chịu tải thiên nhiên  $R_0 < 0,5 \text{ kg/cm}^2$ ) :  $n = 36 \text{ cừ/m}^2$ .

**2. Trường hợp đất yếu có hệ số thấm bé ( $K < 10^{-7} \text{ cm/s}$ )**

Đó là trường hợp cho các loại nền đất yếu thuộc loại bùn sét, bùn sét lẫn hữu cơ. Trong trường hợp này cừ tràm đóng vào nền đất yếu có tác dụng làm tăng độ cố định của đất yếu giữa các cừ tràm dẫn tới tăng khả năng chịu tải tổng hợp của nền đất yếu.

Cừ tràm có tác dụng làm tăng độ cố định (giảm độ lún đọng) của đất yếu nhờ vào các yếu tố chính sau đây:

Nền đất với một mức độ nhất định đất yếu nhờ: (Hình 2)

- Thân cừ tràm hút nước trong đất yếu.
- Vỏ cừ tràm là những màn thấm hút nước từ đất yếu và thoát đẩy nước.
- Mối dây cừ tràm đâm chặt đất yếu dưới chân cừ (với chiều dài 1 - 3d).

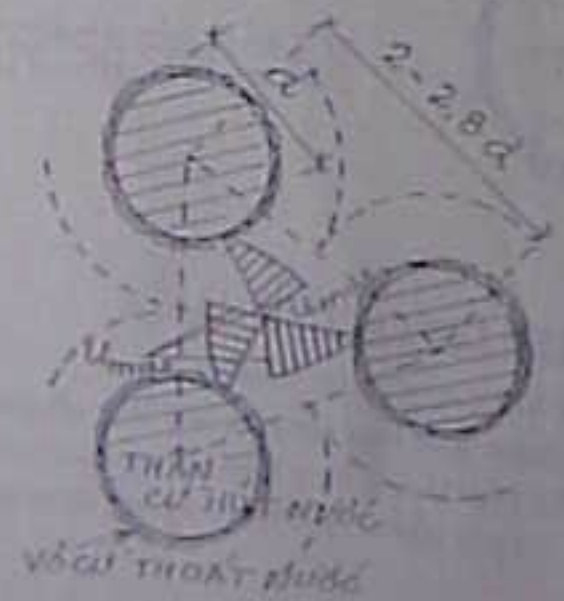
Khả năng bám dính của đất yếu vào xung quanh cừ tràm (Hình 3)

Chống chuyển dịch ngang của đất yếu ở giữa các cừ tràm nhờ tác dụng cản chặn và chuyển dịch của cừ tràm (Hình 3).

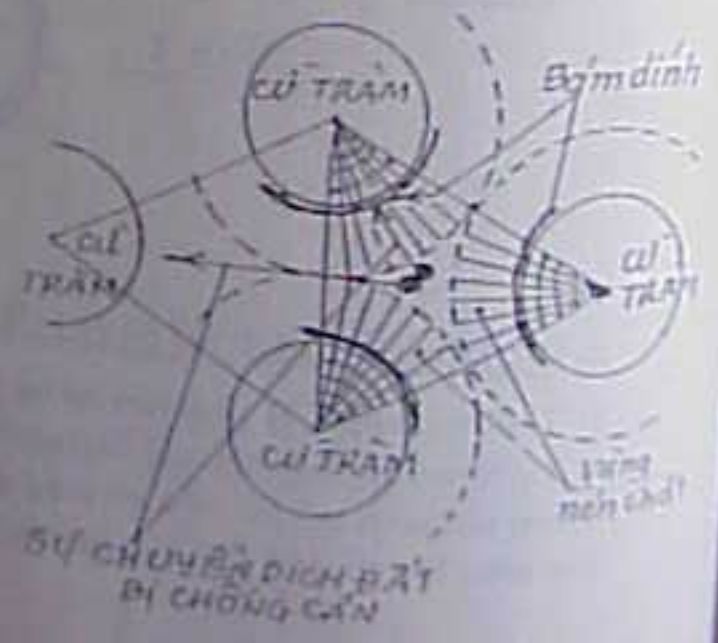
Trong trường hợp này, khả năng chịu tải của một cừ tràm đứng giữa một tập đoàn cừ tràm được xác định theo công thức:

$$P = k.m \left[ \frac{\pi d^2}{4} \times R_{00} + \pi d l_{00} \times t_{00} \right] \quad (2)$$

$$l_{00} = \pi d^2 \left( 15^\circ - \frac{e_{20}}{2} \right) \text{tg} \varphi_{20} + C_{20} \quad (3)$$



Hình 2



Hình 3



- Ở đây :  $k$  - hệ số đồng nhất của đất nền,  $k = 0,7 - 1$   
 $m$  - hệ số điều kiện làm việc của đất nền,  $m = 0,6 - 1$   
 $d, l, c$  - đường kính trung bình và chiều dài của cọc tràm  
 $f_{ct}$  - cường độ lực ma sát của đất xung quanh cọc tràm tương ứng với đất yếu đã  
 cọc kết được 50%.

Sau khi đóng cọc tràm, để kiểm tra đối chiếu kết quả tính toán theo công thức (2) có thể  
 tiến hành nén ép thí nghiệm tại hiện trường một số cọc. Số lượng cọc thí nghiệm : từ 2 - 3 cọc  
 $n_{th} = 1\%$  tổng số các cọc tràm. Trường Đại Học Bách Khoa Tp. HCM có các thiết bị để  
 tiến hành việc thử nghiệm này.

Công thức xác định khả năng chịu tải tính toán cho 1 cọc thử nghiệm tại hiện trường :

$$P_{tt} = \frac{k}{F} P_{th} \quad (4)$$

Ở đây :  $P_{th}$  - khả năng chịu tải giới hạn của cọc thử nghiệm

$F, k$  - hệ số an toàn và hệ số đồng nhất của đất nền.

Cam cứ vào trị tính toán theo công thức (2) và (4) chọn ra trị khả năng chịu tải thiết kế  
 $(P_{tk})$  để xác định số lượng cọc tràm cần thiết cho công trình.

### 3. Trường hợp cọc tràm đặt nằm ngang (tác dụng tương đương với Geotextiles)

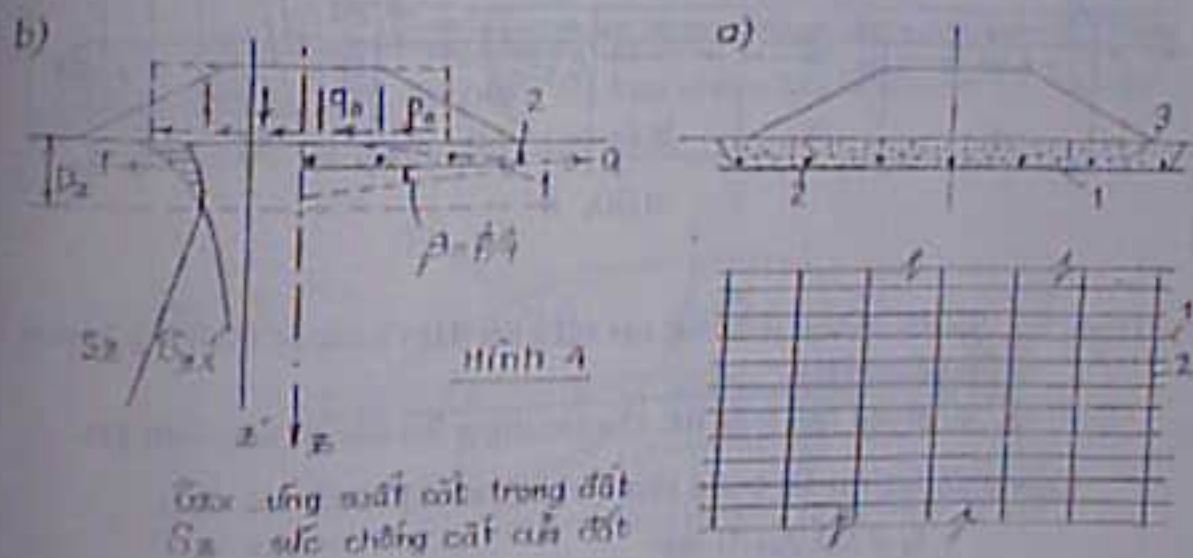
Trường Đại Học Bách Khoa Tp. HCM đã nghiên cứu hệ lưới cọc tràm đặt nằm ngang  
 cùng với một lớp đệm cát thoát nước (Hình 4) để thay cho Geotextiles (vải địa kỹ thuật)  
 của nước ngoài. Có thể gọi hệ lưới cọc tràm ngang cùng với lớp đệm cát thoát nước là  
 Geotextiles Vietnamese.

Tác dụng của Geotextiles Vietnamese là chống xé rách đất nền dưới nền đường và hút  
 nước của đất yếu để làm consolidation (co kết) đất yếu.

Có hai phương án tính toán lưới cọc tràm ngang :

#### PHƯƠNG ÁN 1

Dựa vào tương quan giữa lực gây cắt và lực chống cắt cùng với lực cân trọng đất yếu  
 (Hình 4b) theo điều kiện sau đây :



Hình 4 - a) Sơ đồ cấu tạo lưới cọc tràm nằm ngang;

b) Sơ đồ tính toán lưới cọc tràm nằm ngang;

- 1 - tràm chịu lực chủ yếu đất yếu; 2 - cốt trực tuyến đường;  
 3 - cọc tràm liên kết các cọc tràm chịu lực chủ yếu; 3 - lớp đệm cát thoát nước;



Hiệu số của tổng ứng suất cắt do tải trọng ngoài gây ra và tổng sức chống cắt của đất trong vùng hoạt động (do ứng suất cắt gây ra) nhỏ hơn hoặc bằng tổng lực ma sát và lực cản do lún cứ tràm do lún cứ tràm ngang gây ra  $Q$  (tính theo 1m chiều dài của tuyến đường)

$$\int_0^{0.5} (\tau_{xzi} - \tau_{xzp}) dz - \int_0^{0.5} ((\sigma_{xi} + \gamma z) \tan \varphi + C) dz \leq Q \quad (5)$$

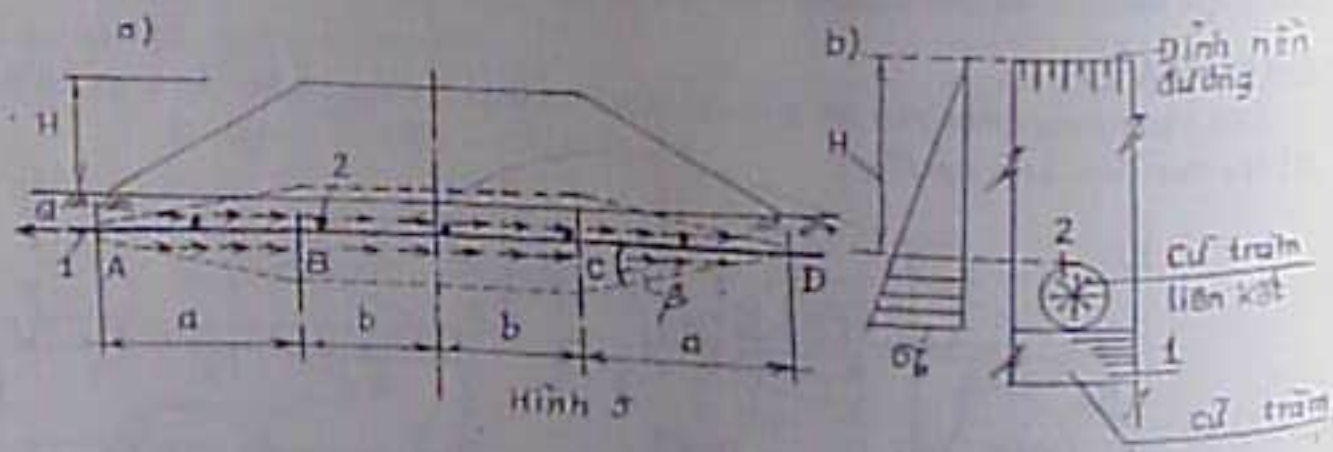
Ở đây:  $\tau_{xzi}(q)$  và  $\tau_{xzi}(p)$  - các ứng suất cắt do áp lực pháp tuyến  $q$  và áp lực tiếp tuyến  $p$  với mặt đất.

$\sigma_{xi}(q)$  - ứng suất pháp tại độ sâu  $z$  do áp lực pháp tuyến  $q$  gây ra.

Trong trường hợp này, để đơn giản tính toán có thể đưa tải trọng nền đường phân bố dạng hình thang về dạng phân bố hình chữ nhật tương đương theo diện tích và có lấy là đường trung của hình thang. Đồng thời vùng hoạt động  $D$  thường là nhỏ, nên có thể coi ứng suất pháp do tải trọng pháp tuyến gây ra trong lớp đất yếu trên mặt là không đổi theo chiều sâu.

Với các điều kiện nêu trên, trị các ứng suất cắt  $\tau_{xzi}(q)$  và  $\tau_{xzi}(p)$  theo các mặt cắt nằm ngang có thể tìm theo lý thuyết cơ học đất. Dạng các biểu đồ ứng suất cắt trong đất và sức chống cắt của đất theo chiều sâu (trên trục  $d = x/b$ ) được đưa về dạng tuyến tính đơn giản. Để tính toán và thiên về an toàn có thể tính các trị  $\tau_{xzi}(q)$  ứng với trục  $z$  đi qua mép của tải trọng phân bố chữ nhật, còn các trị  $\tau_{xzi}(p)$  có thể tính với trục đối xứng. Tổng lực ma sát và lực cản ( $Q$ ) do lún cứ tràm ngang gây ra (H-4) được xác định như sau:

Lực ma sát do các cứ tràm N°1 đặt vuông góc với trục tuyến đường tạo ra được tính theo nguyên tắc của lực ma sát tác dụng xung quanh cọc.



Hình 5: a. Sơ đồ để tính toán lực ma sát giữa đất và các cứ tràm đặt vuông góc với trục tuyến đường.

b. Sơ đồ để tính toán lực cản tác dụng lên các cứ tràm liên kết

Cường độ lực ma sát trong phạm vi AB và CD được xác định:

$$t_1 = 1/2 \gamma_{sat} H \tan \varphi \quad (6)$$

Cường độ lực ma sát trong phạm vi BC được xác định:

$$t_2 = \gamma_{sat} H \tan \varphi \quad (7)$$

Theo sơ đồ hình 5a lực ma sát tác dụng lên cứ tràm N°1 được xác định bằng biểu thức:

$$Q_p = 2Q(a f_1 + b f_2) \quad (8)$$

trong đó:  $Q$  là chu vi của tiết diện ngang trung bình của cừ tràm

Lực cản do các cừ tràm liên kết N°2 tạo ra được tính theo nguyên tắc của áp lực bị động của đất tác dụng lên cừ tràm. Theo sơ đồ hình 5b cường độ áp lực bị động trung bình của đất tác dụng lên cừ tràm N°2 được xác định theo biểu thức:

$$E_b = \gamma \lg^2(45^\circ + \varphi/2)(H+d/2) \quad (9)$$

Trong đó:

$d$  - đường kính của cừ tràm

$H$  - chiều cao từ đỉnh cừ tràm đến đỉnh nền đường

Lực cản của mỗi cừ tràm N°2 trong phạm vi 1m theo chiều dài của tuyến đường được xác định theo biểu thức:

$$E_b = \gamma \lg^2(45^\circ + \varphi/2)(H+d/2) \cdot 1 \text{ m} \quad (10)$$

Số lượng các cừ tràm ngang N°1 và các cừ tràm liên kết N°2 được xác định từ điều kiện ổn định

$$1/2 \left[ \sum \tau_{ax} - (q \lg \varphi + C) \right] \cdot D \cdot 1 \text{ m} \leq n_1 Q_1 + n_2 E_b \quad (11)$$

trong đó:

$n_1$  - số lượng cừ tràm ngang N°1 trên 1m dài tuyến đường

$n_2$  - số lượng cừ tràm liên kết cần thiết

$\sum \tau_{ax}$  - tổng các ứng suất cắt do  $q$  và  $p$  gây ra ở đó  $\sigma_{ax} = 0$

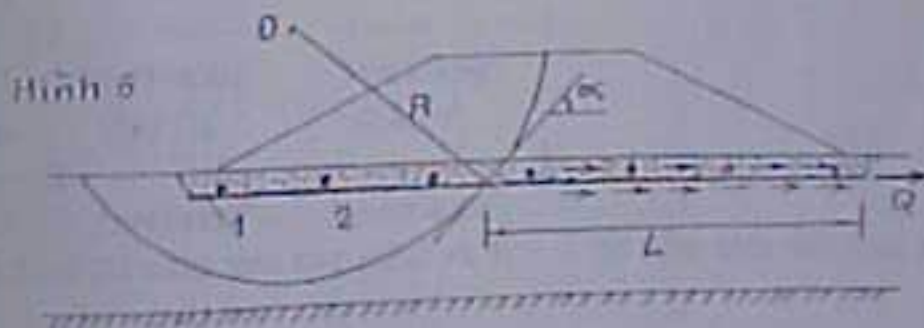
## PHƯƠNG ÁN 2

Việc tính toán lưới cừ tràm có thể xuất phát từ phương pháp mặt trượt trụ tròn. Khi có đất lưới cừ tràm ngang (H. 6), cũng ứng với mặt trượt nguy hiểm nhất, hệ số ổn định tối thiểu được xác định theo biểu thức:

$$K_{\min} = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \cos \alpha_i \lg \varphi_i + c_i l_i) + Q(\sin \alpha_i \lg \varphi_i + \cos \alpha_i)}{\sum_{i=1}^n W_i \sin \alpha_i} \quad (12)$$

Trong đó:

$Q$  - lực ma sát và lực cản của áp lực bị động do lưới cừ tràm ngang tạo ra trong khoảng chiều dài  $L$  (H. 6). Lực  $Q$  này tạo ra các lực chống trượt đối với mặt trượt và tâm trượt nguy hiểm nhất.



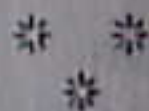
Hình 6 - Sơ đồ để tính toán lưới cừ tràm nằm ngang theo phương pháp mặt trượt trụ tròn.



Việc xác định lực  $Q$  cũng như đã trình bày ở phương án 1 nhưng ứng với phần lưới cừ tràm trong khoảng chiều dài  $L$  (H. 5). Lưới cừ tràm ngang phải đặt sao cho thỏa mãn điều kiện ổn định tổng thể của nền đường trên đất yếu :

$$K_{\min} = 1,2 - 1,5$$

Trường Đại học Bách Khoa Tp. HCM đã áp dụng các kết quả nghiên cứu trên đây để xây dựng thành công trên 50 công trình xây dựng dân dụng, công nghiệp, cầu đường, cảng thủy lợi trong điều kiện đất yếu.



#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. P. LAREAL, NGUYỄN THÀNH LONG, LÊ BÁ LƯƠNG ... CÔNG TRÌNH TRÊN ĐẤT YẾU TRONG ĐIỀU KIỆN VIỆT NAM. Tài liệu viết hợp tác Việt - Pháp, 1990.
2. LÊ BÁ LƯƠNG, LÊ BÁ KHÁNH, TÔ VĂN LÝ, LÊ BÁ VINH : NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NỀN MÓNG HỢP LÝ CHO CÁC CÔNG TRÌNH. TÀI LIỆU NGHIÊN CỨU DẪN TÀI CẤP BỘ ĐƯỢC ĐÁNH GIÁ XUẤT SẮC.